

SIMULASI KOMUNIKASI MULTIHOP PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL MENGUNAKAN ALGORITMA H-LEACH

Achmad Bagus Khoirul Rijal, Prima Kristalina, Tribudi Santoso

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi Laboratorium *Digital Signal Processing* Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : irul.achmad@rocketmail.com

Abstrak

Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network) merupakan kesatuan perangkat sensor yang mengumpulkan data dari alam dan mengirimkannya kepada administrator (sink).. Algoritma H-LEACH adalah algoritma untuk membagi sensor-sensor yang ada menjadi cluster-cluster. Proses pengiriman data dilakukan melalui sensor yang menerima request dan mengirimkannya ke base station/sink melalui cluster head (CH) dan master cluster head (MCH), sehingga konsumsi daya berkurang. Permasalahan yang kemudian muncul adalah berapa lama sensor tersebut akan bertahan dengan nilai penurunan energi yang digunakan untuk setiap pengiriman data. Pada proyek ini akan dilakukan simulasi menggunakan NS2 untuk mendapatkan jumlah penurunan energi terhadap pengaruh jumlah pemakaian node pada konfigurasi grid dengan algoritma H-LEACH. Hasil simulasi ini menunjukkan semakin banyak jumlah node yang digunakan semakin panjang iterasi yang dilakukan node dan semakin besar pula penurunan energi node tersebut.

Kata Kunci :

Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network (WSN)) , Multihop, Node, Sink, Network Simulator 2 (NS2), H-LEACH.

1. Pendahuluan

Jaringan sensor nirkabel (WSN) adalah salah satu jenis dari jaringan ad hoc, dimana node yang digunakan adalah 'smart sensor', yaitu sebuah perangkat kecil (kira-kira seukuran koin) yang dilengkapi dengan fungsi penginderaan canggih (termal, tekanan, dan sebagainya), prosesor kecil, dan *wireless transceiver*. Dalam tipe jaringan ini, pertukaran informasi sensor pada lingkungan dalam rangka membangun pandangan global

wilayah dipantau, yang dapat diakses oleh pengguna melalui satu atau lebih node gateway. Jaringan sensor diharapkan membawa terobosan dalam cara mengontrol fenomena alam yang diamati: ketepatan pengamatan akan sangat meningkat, yang mengarah pada pemahaman dan peramalan yang lebih baik terhadap fenomena tersebut. Aplikasi dan penggunaan dari Wireless Sensor Network ada banyak dan bervariasi, tapi umumnya adalah untuk monitoring, tracking dan controlling. Aplikasi spesifik dari wireless sensor network misalnya adalah pengontrolan reaktor nuklir, pendeteksi api, dan monitoring traffic.

2. Teori Penunjang

2.1 Routing Protokol Pada WSN

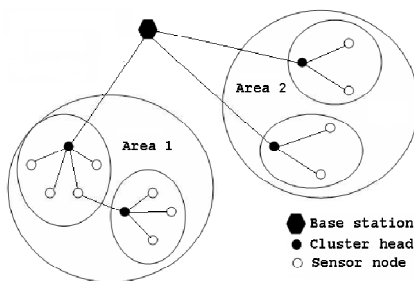
Sebuah Jaringan terdiri dari beberapa node, yang pada umumnya paket data transit melewati beberapa node sebelum akhirnya mencapai tujuan. Routing adalah langkah menentukan path (jalur) yang harus diikuti oleh sebuah paket untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Untuk melakukan hal ini, sejumlah faktor harus diperhitungkan. Cukup banyak protokol yang digunakan, misalnya DSDV, AODV, DSR, dan TORA telah diusulkan untuk menjadi ad hoc tradisional jaringan nirkabel. Namun, mereka tidak cocok dengan fitur yang unik dan persyaratan aplikasi WSNs. Perancangan routing protokol untuk WSN adalah tugas yang menantang, yang telah menjadi fokus komunitas penelitian jaringan sensor pada masa lalu. Sebagai hasil dari penelitian, sejumlah WSN routing protokol telah diusulkan. Protokol yang diusulkan menunjukkan ragam tinggi, yang berasal dari kebutuhan beragam dari berbagai skenario aplikasi dibayangkan. Dalam studi ini, kami mengusulkan taksonomi jaringan sensor routing protokol, dan mengklasifikasikan protokol utama yang diusulkan dalam literatur menggunakan taksonomi.

2.2 Struktur Jaringan pada WSN

Karakteristik jaringan pada WSN, dibagi menjadi dua kelompok, yaitu karakteristik stasiun dasar dan karakteristik dari node sensor. Berikut ini adalah struktur - struktur jaringan sensor nirkabel :

Flat-based : Dalam jaringan, semua node memainkan peran yang sama dan tidak ada sama sekali hirarki. Flat routing protocol mendistribusikan informasi yang diperlukan untuk setiap node sensor yang terjangkau dalam jaringan sensor . Tidak ada upaya dilakukan untuk mengatur jaringan atau trafik, hanya untuk menemukan rute terbaik dengan lompatan-lompatan (hop) ke tujuan dengan jalan manapun.

Hierarchical-based: kelas ini menetapkan routing protokol untuk mencoba menghemat energi dengan mengatur node dalam cluster. Node -node dalam cluster mengirimkan data ke cluster head, dan cluster head inilah yang meneruskan data ke base station. Clustering yang bagus memainkan peran penting dalam skalabilitas jaringan serta penghematan energy. Sisi negative dari struktur jaringan ini adalah cluster dapat menyebabkan kemacetan, ini karena hanya satu kepala berkomunikasi atas nama seluruh cluster, sehingga penurunan energy terbesar akan terjadi pada cluster head tersebut.



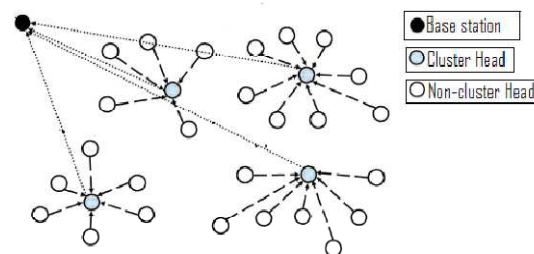
Gambar 1. jaringan Hierarchical-based

Location-based: Sebagian besar protokol routing untuk jaringan sensor memerlukan informasi lokasi untuk node sensor. Dalam kebanyakan kasus, informasi lokasi yang dibutuhkan untuk menghitung jarak antara dua node tertentu sehingga konsumsi energi dapat diperkirakan. Karena tidak ada skema pengalamatan untuk jaringan sensor seperti alamat IP.

2.3 Algoritma LEACH dan H-LEACH

2.3.1 LEACH

Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) protocol telah banyak menarik perhatian. Hal ini karena konsumsi energi yang efisien, kesederhanaan dan mempunyai beban yang seimbang. LEACH adalah cluster-based protocol. Jumlah cluster head dan anggota cluster yang dihasilkan oleh LEACH menjadi parameter penting untuk mencapai kinerja yang lebih baik. LEACH mengatur node dalam cluster dengan satu node dari setiap kelompok bertugas sebagai cluster-head (CH). LEACH secara acak memilih beberapa jumlah yang telah ditetapkan sebagai kepala clusternode.CH kemudian mengiklankan diri mereka sendiri dan node lain bergabung dengan salah satu dari cluster head berdasarkan sinyal yang paling kuat yang mereka temukan (yaitu CH yang terdekat dari mereka), dengan cara ini cluster terbentuk. CH kemudian membuat jadwal Time Division Multiple Access (TDMA) untuk node-node yang menjadi anggotanya. Komunikasi antara cluster yang berbeda dilakukan melalui CH dengan cara Code Division Multiple Access (CDMA). The CH mengumpulkan data dari kelompok mereka dan menentukan selang waktu sebelum mengirimkannya ke base station (BS). Setelah selang waktu ditentukan, langkah pembentukan cluster diulang sehingga node yang berbeda diberikan kesempatan untuk menjadi CH. dan konsumsi energi sehingga merata. Gambar menunjukkan desain clustering pendekatan LEACH.

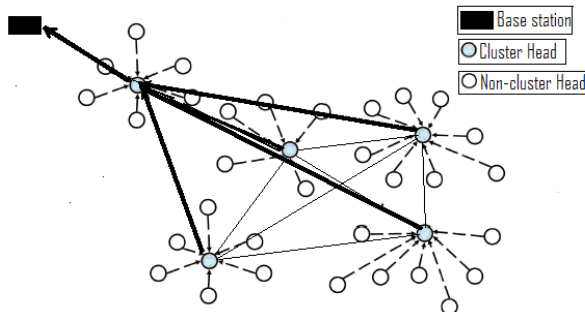


Gambar 2. LEACH

2.3.2 H-LEACH

H-LEACH menggunakan pendekatan pengelompokan yang sama seperti LEACH

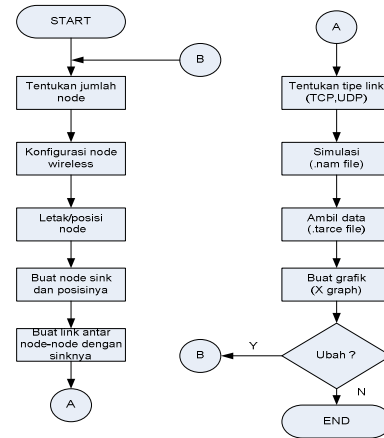
selama fase awal. node yang berdekatan tersebut akan disusun dalam cluster dengan satu node dari setiap kelompok bertindak sebagai kepala cluster. pemilihan kepala cluster (CH) ditentukan oleh jumlah energi yang masih tersisa di node. H-LEACH memperluas LEACH lebih lanjut, clustering juga dilakukan untuk CH, dan memilih satu di antara CH untuk kemudian bertindak sebagai Master Cluster Kepala (MCH), dan mengirimkan data ke base station.



Gambar 3. H-LEACH

3. Perancangan

Perancangan sistem didasarkan pada perencanaan area simulasi, jumlah node sensor, dan sistem komunikasi antar node dengan sink. Area simulasi ditetapkan sebagai luasan yang didefinisikan sebagai sumbu x dan sumbu y. Jumlah node yang telah ditentukan kemudian diletakkan atau diposisikan dengan aturan yang telah ditentukan, dimana dalam perancangan ini sensor diposisikan dengan aturan random. Keseluruhan perencanaan parameter-parameter simulasi ini diinisialisasikan pada program yang dibuat, pemrograman yang dibuat merupakan bahasa pemrograman berbasis TCL. Tampilan simulasi ini akan ditampilkan oleh file .nam, sedangkan data pengukuran didapatkan dari proses trace data yang ditampilkan dalam bentuk file .tr. Adapun keseluruhan cara kerja dari simulasi ini ditampilkan dengan flowchart sebagai berikut :

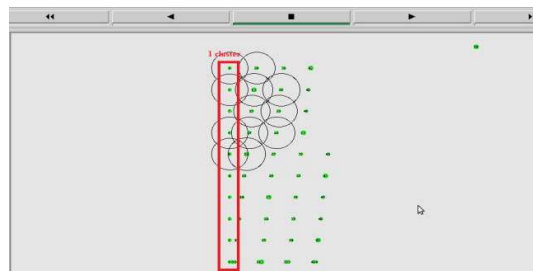


Gambar 4. Flowchart pembuatan sistem

4. Pengujian Sistem

4.1 Simulasi Pembentukan Cluster

Pembentukan cluster pada sistem ini dilakukan berdasarkan posisi masing-masing node terhadap node yang lain. Pembentukan cluster dilakukan dengan cara saling mengirimkan pesan, apabila satu node dapat menerima pesan dari node yang lain maka node-node tersebut menjadi satu cluster (join). Pada simulasi ini posisi node dibuat berbaris-baris (grid) dengan *space* yang sama untuk koordinat-x dan koordinat-y, yaitu 100m untuk koordinat-y dan 10m untuk koordinat-x. Untuk lebih jelasnya berikut adalah tampilan posisi node pada network animator (nam).



Gambar 4. Tampilan .nam

Pencarian anggota node ini dilakukan dengan mencari node terdekat yang masih bisa menerima pesan yang di broadcast oleh masing-masing node untuk mencari node tetangga/ node terdekat. Kemudian node yang dapat saling menerima pesan ini membentuk sebuah kelompok yang kemudian dikenal dengan cluster. Keseluruhan proses clustering ini dilakukan oleh semua node untuk membentuk cluster-cluster.

4.2 Pengukuran dan Analisa Terhadap Pemilihan CH dan MCH

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada algoritma H-LEACH kita menggunakan teknik multilevel clustering pada teknik pengiriman datanya. Teknik ini membagi proses pengiriman menjadi tiga tahap, yaitu proses pengiriman data dari common node menuju CH, pengiriman data dari CH menuju MCH, dan proses pengiriman data dari MCH menuju base station. Hal ini menyebabkan proses simulasi yang dikerjakan tidak hanya sebatas membentuk cluster namun juga adanya teknik pemilihan CH dan MCH. Untuk memilih CH dan MCH terdapat beberapa teknik yang ditawarkan dan teknik yang paling umum digunakan adalah fixed CH dan MCH. Pada teknik ini node yang menjadi CH dan MCH telah ditentukan pada saat perencanaan simulasi, hal ini menunjukkan bahwa proses pemilihan dengan teknik ini menggunakan routing statis. Routing statis ini merupakan kelebihan dari teknik ini karena proses perancangan routing berjalan sederhana dan tidak terlalu rumit. CH dan MCH yang telah dipilih kemudian akan menjalankan tugasnya hingga energy pada node tersebut habis. Hal tersebutlah yang menjadi kelemahan dari teknik ini, artinya ketika energy pada node CH atau MCH tersebut habis maka rute jalur pengiriman data tersebut akan terputus, apabila tidak ada jalur cadangan yang ditentukan sebelumnya maka jaringan sensor yang didesain dapat dipastikan terputus dan tidak dapat bekerja lagi.

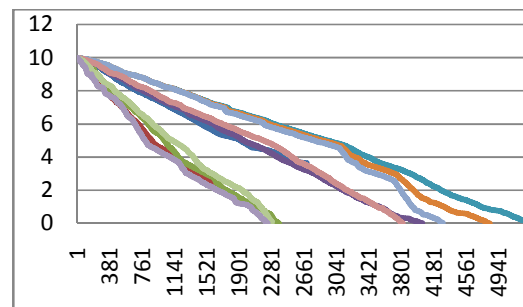
Dari kelemahan yang muncul tersebut, pada proyek akhir ini ditawarkan sebuah teknik pemilihan CH dan MCH yang baru yaitu menggunakan perbandingan sisa energy pada setiap node dalam satu cluster. Secara sederhana, pemilihan tersebut dilakukan dengan cara independent, artinya node-node dalam satu cluster tersebut akan secara otomatis membandingkan jumlah sisa energy dengan node-node yang lain, kemudian node yang mempunyai energy terbesar akan menjadi CH atau MCH berikutnya. Hal ini jelas sangat menguntungkan karena proses penurunan energy akan berlangsung secara seragam karena selalu terdapat proses perbandingan jumlah energi. Secara teori teknik ini sangat tepat diimplementasikan pada

WSN karena seperti pada pokok pembahasan sebelumnya, bahwa masalah utama dalam WSN adalah efisiensi energi. Meskipun pada akhirnya energi masing-masing node akan habis, namun hal tersebut akan terjadi pada selang waktu yang lebih lama. Keuntungan yang lain adalah tidak adanya pemborosan energi dan perangkat, hal ini karena hampir dapat dipastikan pada akhir penggunaannya energi pada masing-masing node memang telah habis sehingga node-node tersebut memang tidak bisa digunakan. Selain keuntungan yang dimiliki teknik ini juga memiliki kelemahan, kelemahan paling dasar adalah desain routing yang digunakan lebih rumit karena terdapat banyak proses perbandingan. Selain itu permasalahan juga akan muncul ketika terdapat node yang mempunyai sisa energi yang sama, hal ini akan menambah daftar parameter yang ditambahkan ketika proses perancangan jaringan.

Pada system yang dibuat ini, jumlah CH dinyatakan berjumlah 1 untuk setiap 10 node yang ada, dan MCH dinyatakan berjumlah 1 untuk setiap 5 CH. Kondisi ini didefinisikan dengan sintaks sebagai berikut :

```
set val(nn) 100 ; # jumlah common node
set val(n_ch) [expr int($val(nn) / 10)] # jumlah CH
set val(m_ch) [expr int ($val(n_ch)*1/5)] # jumlah MCH
```

Penurunan energi yang seragam tersebut ditunjukkan dengan grafik penurunan energi pada data hasil pengujian system dengan jumlah looping pengujian 10x.



Gambar 5. Grafik 10x looping

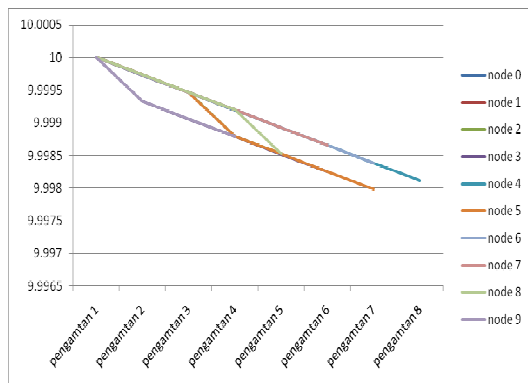
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa masing-masing node mengalami proses penurunan energi yang sama pada akhir

simulasi, meskipun lamanya proses penurunan antara satu node dengan node yang lain berbeda namun secara rata-rata penurunan energi di atas telah menunjukkan proses penurunan energi yang seragam. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa CH atau MCH adalah node yang melakukan proses lebih panjang dan memiliki penurunan energi paling tinggi (mencapai nol).

4.3 Analisa Penurunan Energi Masing-masing Node

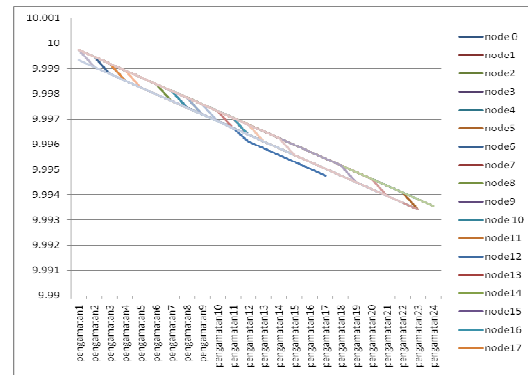
Pada dasarnya, penurunan energi pada masing-masing node berbeda, karena masing-masing node memiliki aktifitas yang berbeda pula. Selain banyaknya proses transmit dan receive, penurunan energi ini juga terpengaruh oleh tugas masing-masing node, artinya penurunan energi common node tidak akan sama dengan penurunan energi pada CH dan MCH. Hal ini dikarenakan common node hanya akan mengirimkan data apabila diminta oleh CH, sedangkan CH dan MCH memiliki tugas meminta data dan menerima data kemudian meneruskannya ke base station, jelas hal ini menyebabkan penurunan energi pada CH dan MCH akan terlihat sangat drastis. Namun penurunan ini juga akan berubah-ubah sesuai dengan jumlah node yang digunakan. Berikut ini adalah contoh penurunan energi masing-masing node untuk jumlah node yang digunakan berjumlah 10, 50, dan 100 node.

- Penurunan energi untuk jumlah node 10.



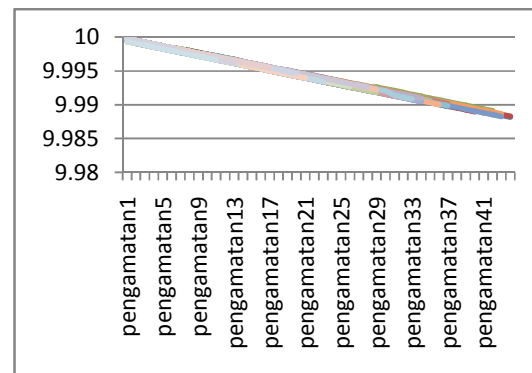
Gambar 6. Grafik penurunann=10

- Penurunan energi untuk jumlah node 50.



Gambar 7. Grafik penurunan n=50

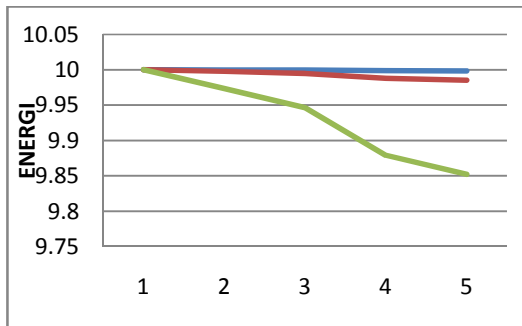
- Penurunan energi untuk jumlah node 100



Gambar 8. Grafik penurunan n=100

Dari ketiga grafik tersebut terlihat bahwa jumlah node yang digunakan juga berpengaruh pada tingkat penurunan energi pada masing-masing node. Hal ini terlihat pada grafik ketika jumlah node yang digunakan maka node tersebut juga semakin sering melakukan aktifitas transmit dan receive. Hal inilah yang menyebabkan tingkat penurunan energi semakin tinggi, karena energi setiap node berkurang apabila mereka melakukan proses transmit dan receive. Hal ini ditunjukkan dengan sintaks :

```
-rxPower 0.4 \ # Energi yang dikonsumsi
                ketika melakukan proses
                receive
-txPower 0.6 \ # Energi yang dikonsumsi
                ketika melakukan proses
                transmit
```

Gambar 9. Penurunan energi terhadap energi Tx dan Rx

Jenis aktifitas node juga berpengaruh pada nilai penurunan energinya, hal ini dibuktikan dengan data bahwa ketika node melakukan proses pencarian teman, node akan mengeluarkan atau membutuhkan energi yang relative lebih kecil daripada ketika node melakukan pengiriman data sampai dengan terjadi paket loss.

$\Delta E = 0.000001 \rightarrow$ node join

$\Delta E = 0.000121 \rightarrow$ pengiriman paket,

Untuk,

$\Delta t = 0.000001 \rightarrow$ waktu simulasi

Dari penurunan energi masing-masing node juga akan terlihat node mana yang menjadi akan menjadi CH dan MCH. Sesuai dengan teori yang ada bahwa node yang menjadi CH dan MCH akan mengalami penurunan energy yang lebih besar, beberapa node dari simulasi ini juga mengalami hal itu, sehingga dapat dikatakan node-node tersebut merupakan CH atau MCH.

5. Kesimpulan

- Posisi peletakan node dengan aturan grid atau barisan memudahkan kita untuk mengetahui proses pembentukan cluster.
- Pemilihan CH dan MCH berdasarkan energi yang tersisa pada node merupakan teknik yang sesuai dalam rangka efisiensi energi.
- Komunikasi multihop dengan algoritma H-LEACH, menawarkan solusi yang baru untuk permasalahan efisiensi energi, namun dengan resiko routing yang lebih kompleks.

- Pembentukan cluster-cluster oleh setiap node sensor pada algoritma H-LEACH dilakukan secara otomatis oleh setiap node dengan mengirimkan pesan AODV antar node.
- Adanya CH dan MCH merupakan merupakan salah satu bentuk pencegahan penurunan energi yang besar karena node tidak mengirimkan data secara langsung ke base station.
- Semakin banyak jumlah node yang digunakan maka semakin banyak pula iterasi yang terjadi dan semakin besar pula penurunan energi.
- Nilai penurunan energi, bergantung pada jumlah node yang digunakan, looping yang dilakukan, dan energi Tx dan Rx yang dikeluarkan.
- Penurunan energi juga didasarkan pada aktifitas node yaitu pemilihan teman join dan pengiriman data, nilai rentang penurunan energi tersebut adalah 0.000001 untuk proses join dan 0.000121 pada proses pengiriman data.

6. Daftar Pustaka

- [1]. <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
- [2]. <http://www.mannasim.dcc.ufmg.br/>
- [3]. <http://paulson.in/?p=109>
- [4]. <http://www.ilmukomputer.com>
- [5]. Bulent Tavli and wendi Heinzelman, "Mobile Ad Hoc Networks Energy-Efficient Real-Time Data Communications", Springer, 2006.
- [6]. Paolo Santi, "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks", John Wiley & sons, Ltd, 2005.
- [7]. W. B. Heinzelman, A. P. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks, " *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 1, no. 4, pp. 660–670, October, 2002.
- [8]. Wairagu G. Richard, "Extending Leach Routing Algorithm For Wireless Sensor Networks," in *Msc. Thesis*, Makerere University, 2009.